

氏 名	国 田 賢 治
生 年 月 日	
本 籍	石 川 県
学 位 の 種 類	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 209 号
学 位 授 与 の 日 付	平 成 9 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	課 程 博 士 (学 位 規 則 第 4 条 第 1 項)
学 位 授 与 の 題 目	眼 球 運 動 反 応 時 間 に 及 ぼ す 頸 部 前 屈 姿 勢 保 持 の 影 響
論 文 審 査 委 員	(主 査) 高 野 成 子 (副 査) 藤 原 勝 夫, 定 塚 謙 二 永 坂 鉄 夫, 山 本 長 三 郎

学 位 論 文 要 旨

Abstract The purpose of this study was to investigate about the influence of maintaining the neck flexion on the reaction time of eye movement.

Subjects were instructed to follow a light target which was alternately moved from 10° left to 10° right of the center for random duration of 1-3s. The corneo-retinal potential was recorded by an electro-nystamograph, and the difference (reaction time of eye movement) between the starting times of target movement and the saccadic eye movement was analyzed.

When the chin was not placed on the fixed stand, the reaction time of eye movement decreased and the activity of neck extensor muscles increased as the angle of neck flexion increased. However, when the chin was placed on the fixed stand, the reaction time and the muscle activity did not change at any angles. While isometrically contracting the superficial neck extensor muscles by the transcutaneous electrical stimulation, the reaction time decreased. The reductional time in transcutaneous stimulus condition was similar with that in voluntary contraction. EEG amplitudes of alpha and beta band increased by the neck flexion. The reaction time in the rest shown the circadian rhythm ; it was long in the morning and the night, and short in the daytime. By the neck flexion, the value of reduction in the morning and the night was larger than in the daytime.

These results suggested that the sensory information from the neck extensor muscles enhanced arousal level via brainstem, and facilitated the neural pathway of eye movement, and that the reduction of reaction time was effected by the physiological factors which constituted the circadian rhythm.

外界の状況が刻々と変化する運動場面では、動く視対象の視覚情報を正確に知覚することが重要となる。その場合、解像度の高い中心窩を視対象へ迅速に合わせる眼球運動（衝動性眼球運動と呼ばれている）が有用となる。この眼球運動の物理的要素は、四肢の運動に比べて単純であり、しかもその神経経路が脳内に存在する。このことから、視対象の移動開始に対する衝動性眼球運動の反応開始の遅延時間（眼球運動反応時間とする）が脳の覚醒水準に大きく影響されるものと考えられる。また、

上述のように視対象を早期に知覚しようとする場合のヒトの姿勢を観察してみると、基本的動的姿勢の一部である頸部前屈姿勢が認められる。これらのことから、頸部前屈姿勢を保持することにより、脳を覚醒するなどして、眼球運動反応時間が短縮するのではないかと考えるに到った。さらにこのことは、視覚情報の早期の知覚における姿勢と脳の覚醒との関係についての重要な知見になるものと思われる。

そこで本研究は、頸部前屈姿勢保持による眼球運動反応時間の変化の様相、及びその変化をもたらす生理的機序を明らかにすることを目的として、次の4項目の検討を行った。

1. 頸部前屈姿勢での頸背部の筋活動量と眼球運動反応時間との関係
2. 上肢帯の挙上動作による頸背部浅層筋群の筋活動量と眼球運動反応時間との関係
3. 頸背部浅層筋群を随意的あるいは経皮的電気刺激により収縮させた場合の眼球運動反応時間の変化
4. 頸部前屈姿勢に伴う眼球運動反応時間及び脳波の日内変動

以下、設定した項目の検討を通じて得られた知見について要約する。

1. 頸部前屈姿勢での頸背部の筋の筋活動量と眼球運動反応時間との関係

健常成人男子7名を対象にして、次の2つの状況下で、二点交互にランダムな時間間隔で点灯する視標を追従させた。

- ①下顎部を固定台に置いた場合と置かない場合とで、頸部を10°ないし20°に前屈させた。
- ②下顎部を固定台に置かないで頸部を20°に前屈させ、頸筋の最大伸展力の10%から50%までの重量を10%刻みで頭部から下垂した。

そして、視標の移動開始に対する衝動性眼球運動の反応開始の遅延時間（眼球運動反応時間とする）と頸背部の最大伸展力発揮時の筋電の振幅に対する各試行毎の筋電の振幅の相対値（相対的筋活動量とする）を測定した。その結果、次の知見が得られた。

- 1) 下顎部を固定台に置かない場合には、頸部の前屈角度が増加すると反応時間が有意に短縮した。しかし、下顎部を固定台に置いた場合には、全ての前屈角度で有意差が認められなかった。このことから、頸部前屈を保持する際、角度依存性の要因ではなく、頸背部の筋活動に付随する何らかの生理的要因が眼球運動反応時間の短縮に影響を及ぼす主要因であることが示唆された。
- 2) 筋電の平均振幅によって相対的筋活動量を評価し、僧帽筋の相対的筋活動量と眼球運動反応時間との関係についてみると、ある程度筋活動量が増すと眼球運動反応時間が短縮した。最短の眼球運動反応時間が、 $10.7 \pm 7.58\%$ （範囲2.5%～22.4%）の筋活動量で得られ、それ以上の筋活動量になると最短の反応時間に比べて延長した。

2. 上肢帯の挙上動作による頸背部浅層筋群の筋活動量と眼球運動反応時間との関係

健常成人男子10名を対象にして、上肢帯の挙上動作を用いて頸背部の浅層筋群の最大筋力の10%～60%の筋力を発揮させ、浅層筋群の筋活動量と眼球運動反応時間との関係を検討した。

- 1) 上肢帯の挙上により頸背部の浅層筋群の筋活動量が増加する場合、眼球運動反応時間が短縮した。
- 2) 最短の眼球運動反応時間が、 $35.6 \pm 6.92\%$ （範囲24.7%～49.6%）の相対的筋力で得られ、それ以上の筋力になると最短の反応時間に比べて延長した。
- 3) 眼球運動反応時間の短縮した値は、約20 msであり、頸部前屈姿勢において短縮した値と差がなかった。しかしながら、眼球運動反応時間が最も短くなる時の相対的筋力は、上肢帯挙上の条件の方が頸部前屈姿勢の条件に比べ高かった。この相対的筋力の相違は、頸部前屈姿勢が上肢帯挙上に比べて低い力を発揮している段階で、すでに深層筋群からの筋感覚情報が大きく増加し、最適な筋感覚情報量に達していたことを示唆しているものと考えられた。

3. 頸背部浅層筋群を随意的あるいは経皮的電気刺激により収縮させた場合の眼球運動反応時間の変化
健康成人男子7名を対象にして、随意的あるいは経皮的電気刺激により頸背部浅層筋群の最大筋力の10%あるいは20%の筋力を発揮させ、その時の眼球運動反応時間について検討した。

眼球運動反応時間は、いずれの筋力発揮においても相対的筋力が増加するにつれて短くなった。両筋力発揮間で反応時間を比較すると、有意差が認められなかった。これらのことから、頸背部の筋感覚情報量の増加が眼球運動系の神経経路へ直接的か、あるいは脳幹の網様体を介して間接的に影響して、眼球運動反応時間が短縮するものと考えられた。

4. 頸部前屈姿勢に伴う眼球運動反応時間及び脳波の日内変動

健康成人男子5名及び女子2名を対象にして、安静時の覚醒水準の主観的評価と、安静及び頸部前屈姿勢での眼球運動反応時間と脳波の振幅スペクトラムについて、7時から23時まで2時間ごとに測定した。

- 1) 頸部前屈姿勢を保持すると、脳の前部、中心部及び後部のいずれの部位においても、アルファ及びベータ帯域での振幅スペクトラムの値が高くなった。このことは、頸部前屈に伴い脳の覚醒水準が上昇したことを示唆していると考えられた。したがって、この覚醒水準の上昇が眼球運動反応時間を短縮させる機序の一つとなっていると推察された。
- 2) 安静時の眼球運動反応時間は、朝と夜で長く、日中で短いという一日を周期とする変動（サーカディアンリズム）を示した。覚醒状態の主観的評価と眼球運動反応時間の安静時における相関が高かった。
- 3) 頸部前屈を保持することによる眼球運動反応時間の短縮の程度については、安静時の反応時間が長い朝と夜で大きく、安静時の反応時間が短い日中で小さかった。このような短縮の一日における差異については、サーカディアンリズムを形成する何らかの生理的要因の反応時間への影響が強いこと、及び脳内での情報処理の速度の増加や覚醒水準の上昇に限界があることが要因で生じたものと推察された。
- 4) 安静時における眼球運動反応時間と脳波の振幅スペクトラムとの関係、及び頸部前屈に伴う眼球運動反応時間の短縮と脳波の振幅スペクトラムの変化との関係については、いずれの部位及び帯域でも相関が認められなかった。このことから、眼球運動反応時間と脳波の振幅スペクトラムでは、それに変動をもたらす要因が異なることが推察された。

学位論文の審査結果の要旨

提出論文の評価と平成9年2月10日に行われた学位申請者の口頭発表および質疑応答の結果をふまえて審査を行い、同日開催の審査委員会において以下の様に判定した。

本研究は、眼球運動反応時間に及ぼす頸部前屈姿勢の影響とその機序を、特に頸筋からの筋感覚情報による脳の覚醒水準変化の面から検討したものである。その結果は以下の様である。

- (1) 安静状態（頸部直立時）と較べて、随意的前屈時には眼球運動反応時間は短縮した。しかし前屈角度の影響は見られなかった。
- (2) 安静状態で、頸背部浅層筋を随意的にまたは経皮的電気刺激により収縮させると、いずれの場合も同程度の眼球運動反応時間の短縮が見られた。以上の結果から、頸背部の筋活動の増加による筋感覚情報の増加が眼球運動反応時間短縮に関係していると推測された。
- (3) 閉眼+安静時と較べて、閉眼+頸部前屈時の脳波は、C3, C4, P3, P4領域において α 帯域と β 帯域の振幅スペクトラムの増大を示した。この結果から、頸部前屈位では頸背部筋からの上行性の筋感覚情報が脳の覚醒水準を高め、これが眼球運動系の活性化をもたらすものと推測された。
- (4) 7時から23時の間、2時間毎に、主観的評価法による覚醒レベルの測定と安静および頸部前屈状

態で眼球運動反応時間の測定を行った。覚醒レベルは7時には最低、17時には最高であり、これと逆比例的に非前屈状態での眼球運動反応時間は7時に最長、17時に最短を示した。前屈状態では非前屈時のように覚醒レベルの影響を受けることなく、反応時間は全般的に低い値を示した。従って、覚醒レベルの低い朝方や夜間では頸部の前屈動作は眼球運動反応時間を大きく短縮させるのに役立つと考えられた。

以上、本研究は頸部前屈による眼球運動反応時間短縮の機序を明らかにしたものとして高く評価される。よって、本論文は博士論文に値すると判定する。